

(11) Publication number:
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

07222933 A

(21) Application number: **06017239** (51) Int. Cl.: **B02C 15/04**
 (22) Application date: **14.02.94**

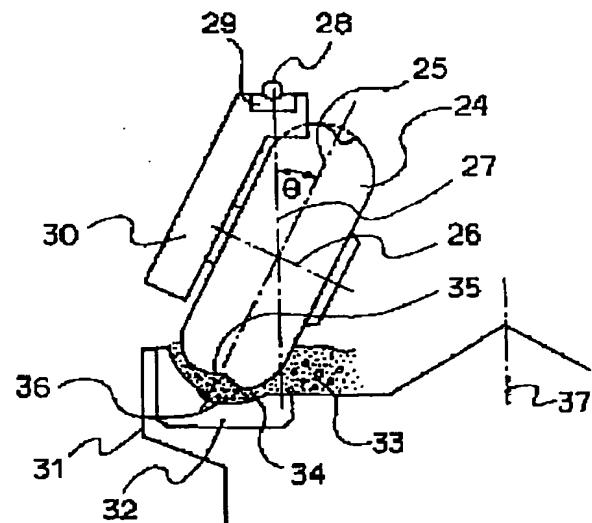
(30) Priority:		(71) Applicant:	BABCOCK HITACHI KK
(43) Date of application publication:	22.08.95	(72) Inventor:	SATOU KAZUNORI MEGURI NOBUYASU SHOJI KAZUNORI KANEMOTO HIROAKI YUASA HIROSHI
(84) Designated contracting states:		(74) Representative:	

**(54) GRINDING ROLLER MILL AND
LOW VIBRATION GRINDING
TREATMENT METHOD USING THE
SAME**

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide a roller mill having a structure capable of stabilizing the track of a grinding roller and capable of suppressing self-exciting vibration even with respect to wide range load or many kinds of coals different in properties.

CONSTITUTION: A roller mill has a grinding roller 24 having a recessed deformation part becoming a deepest part on the grinding surface on the side of the rotary shaft of a turntable 31 and a grinding ring 32 having a recessed deformation part becoming a deepest part on the grinding race on the outer peripheral side of the grinding ring 32 with respect to the extension line of the center axis of the cross section of the grinding roller 24. By this constitution, the vibration of the mill caused by the slip of the grinding roller 24 on a compressed powder layer can be effectively prevented and the durability of various peripheral machineries containing the roller mill itself can be enhanced.



(51)Int.Cl.⁶
B 0 2 C 15/04識別記号
7717-4D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数8 O.L (全12頁)

(21)出願番号 特願平6-17239
(22)出願日 平成6年(1994)2月14日(71)出願人 000005441
バブコック日立株式会社
東京都千代田区大手町2丁目6番2号
(72)発明者 佐藤 一教
広島県吳市宝町3番36号 バブコック日立
株式会社吳研究所内
(72)発明者 魏 信康
広島県吳市宝町3番36号 バブコック日立
株式会社吳研究所内
(72)発明者 正路 一紀
広島県吳市宝町3番36号 バブコック日立
株式会社吳研究所内
(74)代理人 弁理士 中村 純之助

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 粉碎用ローラミルおよびそれを用いた低振動粉碎処理方法

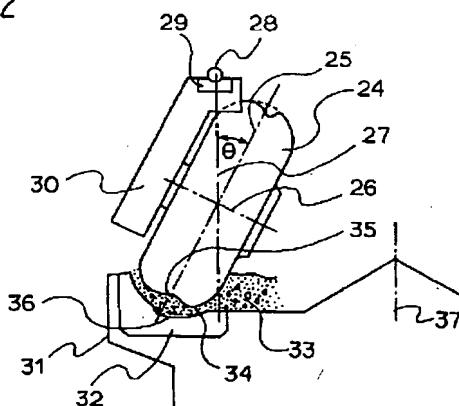
(57)【要約】

【目的】ローラミルにおける粉碎ローラの軌道を安定させ、広域負荷あるいは多種類の性状の異なる石炭であっても自励振動を抑制することが可能な構造のローラミルを提供する。

【構成】回転テーブルの回転軸側の粉碎面において最大深部となる凹型変形部を有する粉碎ローラと、粉碎ローラの断面中心軸の延長線上よりも粉碎リングの外周側の粉碎レースにおいて最大深部となる凹型変形部を有する粉碎リングを持つローラミル。

【効果】圧縮粉層上における粉碎ローラの滑りに起因するミルの振動を効果的に防止することができ、ローラミル自体を含む各種周辺機器類の耐久性を向上させることができる。

図2



24 … 粉碎ローラ	31 … 回転テーブル
25 … ローラ断面中心軸	32 … 粉碎リング
26 … 回転中心軸	33 … 原粉層
27 … 鉛直軸	34 … 圧縮粉層
28 … ローラビネット	35 … 取付けローラ輪面
29 … ビネットボックス	36 … 段付き粉碎レース
30 … ローラブレケット	37 … テーブルの回転中心軸
θ … 正常粉碎率時におけるローラの横擧角	

【特許請求の範囲】

【請求項1】水平面上を垂直軸回りに回転し、上部に粉碎面を有する粉碎リングを装着した回転テーブルと、上記粉碎リングの外周側の粉碎面の周辺部を押し圧する状態で回転する複数個の粉碎ローラにより少なくとも粉碎部を構成するローラミルにおいて、上記粉碎ローラ外周の粉碎面に、該粉碎ローラの回転中心軸と直交するローラ断面中心軸よりも上記回転テーブルの中心軸側において深さが最大となる窪み状に変形した凹部を形成し、上記粉碎リングの上記粉碎ローラに対応する粉碎面に、上記粉碎ローラの回転中心軸と直交するローラ断面中心軸の延長線よりも上記回転テーブルの外周側において深さが最大となる窪み状に変形した凹部を形成してなることを特徴とする粉碎用ローラミル。

【請求項2】請求項1において、粉碎ローラおよび粉碎リングのそれぞれの粉碎面に設ける窪み状に変形した凹部は、窪み状もしくは段差状に変形した溝状の凹部であることを特徴とする粉碎用ローラミル。

【請求項3】請求項1または請求項2において、粉碎ローラおよび粉碎リングにおける窪み状に変形した凹部の最大深部の寸法を、粉碎ローラの直径の0.3%以上3.0%未満としたことを特徴とする粉碎用ローラミル。

【請求項4】請求項1または請求項2において、粉碎ローラおよび粉碎リングにおける窪み状に変形した凹部の最大深部の寸法を、粉碎ローラの直径の0.7%以上1.3%未満としたことを特徴とする粉碎用ローラミル。

【請求項5】請求項1ないし請求項4のいずれか1項記載の粉碎用ローラミルにおいて、複数の粉碎ローラの粉碎面に形成する最大深部を持つ窪み状に変形した凹部の位置および深さのいずれか一方、もしくはその両方を、各粉碎ローラごとに異ならしめて、粉碎時における粉碎ローラの同期的動作を抑制し自励振動を低下する構造としたことを特徴とする粉碎用ローラミル。

【請求項6】請求項1ないし請求項5のいずれか1項記載の粉碎用ローラミルにおいて、粉碎リングの粉碎面に形成する最大深部を持つ窪み状に変形した凹部の形状を、粉碎リングの周方向においてほぼ同一の形状に構成したことを特徴とする粉碎用ローラミル。

【請求項7】請求項1ないし請求項6のいずれか1項記載の粉碎用ローラミルを用いて広域の負荷範囲で原材料を粉碎する方法において、急速な負荷の切り下げ運用においても自己增幅的に発生する自励振動を抑制し低振動で原材料の粉碎処理を行うことを特徴とする低振動粉碎処理方法。

【請求項8】請求項7において、原材料は、石炭、オイルコークス等の固体燃料、石灰石等の固体脱硫剤、鉄または非鉄精錬スラグ、セメントクリンカ等の化学製品原料または繊維強化プラスチック等の固体産業廃棄物であることを特徴とする低振動粉碎処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は回転する粉碎テーブルと粉碎ローラとの連動動作により、石炭等の固体燃料などの原材料を微粉碎するローラミルに係り、特に粉碎ローラの首振りの抑制と、粉碎テーブルと粉碎ローラとの間の圧縮粉層の安定化ならびに強化によって自励振動の発生を防止するのに好適な構造の粉碎ローラと粉碎リングを備えたローラミルに関する。

【0002】

10 【従来の技術】石炭焚きボイラにおいても低公害燃焼（低NO_x燃焼、未燃分の低減）あるいは急速負荷変動（給炭量の変化等）による運用が実施され、それに伴って石炭等の微粉碎機（以下ミルと言う）も高機能化、高性能化が要求されるようになってきている。石炭、セメント原料あるいは新素材の原料など、塊状物を細かく粉碎する粉碎機の一つのタイプとして、粉碎テーブルと複数の粉碎ローラとを備えた堅型ローラミルが用いられ、近年、この分野で代表的な機種の一つとして、その地位を固めつつある。この堅型ローラミルは、円筒型ケーシングの下部に配設された減速機を備えたモータにより駆動され、水平面上を低速回転する円板状の粉碎テーブルと、その上面外周部を円周方向に等分する位置に、油圧あるいはスプリング等で加圧され回転する複数個の粉碎ローラを備えている。粉碎テーブルの中心部に、被粉碎物は供給管より供給され、粉碎テーブルの回転と遠心力によって粉碎テーブル上を、渦巻状の軌跡を描いて外周部へ移動し、粉碎テーブルの粉碎レース面と粉碎ローラとの間に被粉碎物は噛み込まれて粉碎される。ミルハウジングの基底部には、熱風を導入するダクトが設けられており、この熱風は、粉碎テーブルの外周部とミルハウジングの内周部との間のエアスロート部からミル内に吹き上げられる。そして、粉碎され生成した粉粒体は、エアスロート部から吹き上げられる熱風によってミルハウジング内を上昇しながら乾燥される。ミルハウジング上部に吹き上げられた粉粒体は、重力によって粗いものから落下（1次分級）し、そこを通過したやや細かい粉粒体は、ミルハウジング上部に設けたサイクロンセパレータ、あるいは回転分級器で再度分級（2次分級）され、ボイラ火炉の場合においては微粉炭バーナ、または微粉炭貯蔵ビンに送られる。上記分級部を通過することのない所定の粒径以上の大きい粗粉は、粉碎テーブル上に落下して、ミル内に供給された新しい被粉碎物と共に再度粉碎される。このようなサイクルで、被粉碎物は粉碎ローラによって粉碎が繰り返えされ、微粉炭等の微粉碎物が生成される。

20 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ローラミルを広域負荷で運用しようとする場合に、特に負荷の切り下げ領域において問題となるのはミルの異常振動の発生である。この異常振動現象は、粉碎テーブルの粉碎レース面と粉碎

40 50

ローラとの間の圧縮粉層の崩壊と、粉碎ローラの滑りに起因する一種の摩擦振動（自励振動の一種）によるものと考えられる。被粉碎物である原料が石炭の場合、多くの石炭種においては図11に示すように、低負荷運用時（ミル内における石炭ホールドアップが少なく、粉碎テーブルの粉碎レース面と粉碎ローラとの間の圧縮炭層の粒度が細くなる条件）において、上記の振動が激しくなることが多い。図12は、従来のローラミルにおける粉碎ローラ73の支持構造を示す模式図である。このタイプのローラミルにおいては、ローラブラケット74を介して、ローラビボット76を支軸として、粉碎ローラ73が首振り（振り子運動）可能に支持されている。この首振り機能は、大変に重要であり粉碎ローラ73が、鉄片等の異物を噛み込んだ場合に、粉碎ローラ73は首を振ることによって衝撃を回避することができる。また、粉碎ローラ73や粉碎レース84が摩耗したときには、押圧位置、すなわち粉碎ローラ73と粉碎レース84との位置関係を適切に変化させていく機能を、上記の首振り式の支持構造は有している。一般に、高負荷粉碎時に粉碎ローラ73は、ほとんど首を振ることが無く、粉碎ローラ73の回転軌道は安定している。上記のように、給炭開始時あるいは負荷上昇時などにおいて粉碎ローラ73が原料を活発に噛み込む場合には、粉碎ローラ73は首を振るもの、この首振り動作の加速度は比較的小さく、ゆっくりしたものであり、ローラミルの振動として問題となることはない。一方、粉碎ローラが激しく自励振動する場合には、図13に示すように、粉碎ローラ89は、圧縮粉層99の崩壊によって下降（ α ）し、急加速度で外側へ横ずれし横ずれ状の首振り（ β ）を起こす。ついで図14に示すように、上下方向（ γ ）に激しく振動する。なお、図13の破線で示す粉碎ローラ（I）は正常回転位置を示し、実線で示す粉碎ローラ（II）は横ずれ後の状態を示す。また、図14の実線で示す粉碎ローラ（II）も横ずれ後の状態を示すものである。以上のことから、ローラミルの振動を、粉碎部の構造（ハードウェア）の工夫によって抑止しようとするには、粉碎ローラが大きな加速度で首を振り、正常軌道からはずれることを防ぎ、圧縮粉層を強化して粉碎ローラの回転軌道を安定化させることが肝要であることが分かった。他方、粉碎ローラおよび回転テーブルにおける粉碎リングの粉碎面は、長期間の使用により摩耗して変形する。図15は、その一例を示すもので、粉碎ローラ100には、ローラ粉碎面の摩耗部104が形成され、また粉碎リング108には、レース粉碎面の摩耗部106が形成される。なお、図16に示す例は、粉碎ローラ110の加圧支持構造が、図15のそれとは異なっているが、図15の例と同様に、粉碎ローラ110と粉碎リング118の両粉碎面が摩耗変形している。これらの例のように、粉碎面の形状が変化すると、圧縮粉層に加わる圧力分布も変形し、粉碎ローラが振動を開始するよう

ききっかけを与えることになる。例えば、図16に示すようなローラ粉碎面の摩耗部114が凹形に変形すると、この凹部における両端部（2点）が圧縮粉層の押し圧点（圧縮粉層が薄くなる点）となる。このような場合に、上記押圧点には滑りが発生し、上述したような粉碎ローラの自励振動の発生のきっかけとなり得る。したがって、粉碎ローラあるいは粉碎リングの形状を工夫すれば、自励振動は抑止できることになる。図17は、粉碎ローラ120の幅方向の中心部において、粉碎ローラ120の円周上に溝121を設けたものである。このような溝121を設けることにより、自励振動を抑制できることが、「R&D神戸製鋼技報」Vol. 35, No. 1, (1985-1), p 49において述べられている。しかし、上記溝121は粉碎ローラ外周の粉碎面の中央部に設けるものであり、この溝だけでは粉碎ローラが大きな加速度で首を振り、正常軌道からはずれることを防ぎ、圧縮粉層を強化して粉碎ローラの回転軌道を安定化することができないと言う問題があった。

【0004】本発明の目的は、上記従来技術における問題点を解消するものであって、ローラミルにおける粉碎ローラの軌道を安定させ、粉碎ローラが異常振動を起こすことなく、広域負荷あるいは多種類の性状の異なる石炭であっても自励振動を抑制することが可能な構造のローラミルを提供することにある。

【0005】【課題を解決するための手段】上記本発明の目的を達成するために、本発明のローラミルにおいては、次に示すような構成あるいは手段を用いるものである。まず、粉碎ローラの粉碎面および粉碎リングの粉碎レース面において、例えば、段差状に変形した溝部（凹部）を形成する。この粉碎ローラの粉碎面に形成する段差状の変形溝部（凹部）は、粉碎ローラの回転中心軸と直交するローラ断面中心軸よりも内側（回転テーブルの中心軸側）において深さが最大となる段差状の変形溝部（凹部）とする。一方、上記粉碎ローラに対応する粉碎リングの粉碎レース面には、上記粉碎ローラの回転中心軸と直交するローラ断面中心軸の延長線よりも外側（回転テーブルの外周側）において深さが最大となる段差状の変形溝部（凹部）を設けるものである。そして、上記粉碎ローラの粉碎面および粉碎リングの粉碎レース面のそれぞれに設ける凹部の最大深さは、その間に形成される圧縮粉層の剪断強度等の点から言って粉碎ローラの直径の約0.3%以上、3.0%以下程度であることが望ましく、さらには約0.7%以上、1.3%以下程度とすることがより望ましい。そして、凹部の最大深さが上記範囲より外れると圧縮粉層が崩れたり、破壊されたりして、粉碎ローラに横ずれが生じ易く振動の発生要因となるため好ましくない。さらに本発明において、ローラミルの内部に配設されている複数の粉碎ローラ、通常の場合は3個の粉碎ローラにおいて、それぞれに設ける変形溝部（凹

部)の深さ、および位置(粉碎ローラの回転中心軸と直交するローラ断面中心軸の延長線からずらす位置)を、共振防止のために多少変化させるものである。このような構造とした本発明の粉碎用ローラミルにおいて、例えば、粉碎ローラの段差状の変形溝部(凹部)と粉碎レースにおける段差状の変形溝部(凹部)との間に挟まれて形成される圧縮粉層は、より強力に圧縮され圧縮粉層の強度が向上すると共に、圧縮粉層の内部摩擦抵抗も増大し、粉碎ローラの回転軌道が安定するので、粉碎ローラの横ずれによる圧縮粉層の崩壊などによって発生するミルの振動を効果的に抑制することができる。さらに、各粉碎ローラごとに凹部の位置または深さ、あるいは形状を変化させているため、圧縮粉層の圧縮状態も各粉碎ローラにおいて微妙に異なり、各粉碎ローラの同期的な動作によって生じる共振作用が抑制されるのでミルの振動は低減される。本発明の粉碎用ローラミルの具体的構成は、水平面上を垂直軸回りに回転し、上部に粉碎面を有する粉碎リングを装着した回転テーブルと、上記粉碎リングの外周側の粉碎面の周辺部を押し圧する状態で回転する複数個の粉碎ローラにより少なくとも粉碎部を構成するローラミルにおいて、上記粉碎ローラ外周の粉碎面に、該粉碎ローラの回転中心軸と直交するローラ断面中心軸よりも上記回転テーブルの中心軸側において深さが最大となる窪み状に変形した凹部を形成し、上記粉碎リングの上記粉碎ローラに対応する粉碎面に、上記粉碎ローラの回転中心軸と直交するローラ断面中心軸の延長線を基準にして上記回転テーブルの外周側において深さが最大となる窪み状に変形した凹部を形成してなる粉碎用ローラミルである。本発明の粉碎用ローラミルにおいて、粉碎ローラおよび粉碎リングのそれぞれの粉碎面に設ける窪み状に変形した凹部は、窪み状もしくは段差状に変形した溝状の凹部とすることが好ましい。本発明の粉碎用ローラミルにおいて、粉碎ローラおよび粉碎リングにおける窪み状に変形した凹部の最大深部の寸法を、粉碎ローラの直径の0.3%以上3.0%未満、より好ましくは粉碎ローラの直径の0.7%以上1.3%未満とするものである。本発明の粉碎用ローラミルにおいて、複数の粉碎ローラの粉碎面に形成する最大深部を持つ窪み状に変形した凹部の位置および深さのいずれか一方、もしくはその両方を、各粉碎ローラごとに異ならしめて、粉碎時における粉碎ローラの同期的動作を抑制し自励振動を低下する構造とするものである。本発明の粉碎用ローラミルにおいて、粉碎リングの粉碎面に形成する最大深部を持つ窪み状に変形した凹部の形状は、粉碎リングの周方向においてほぼ同一の形状に構成するものである。さらに本発明は、上述した本発明の粉碎用ローラミルを用いて、広域の負荷範囲で原材料を粉碎する方法であって、特に急速な負荷の切り下げ運用においても自己増幅的に発生する自励振動を抑制し低振動で原材料の粉碎処理を行うことができる低振動粉碎処理方法である。

そして、原材料としては、石炭、オイルコークス等の固体燃料、石灰石等の固体脱硫剤、鉄または非鉄精錬スラグ、セメントクリンカ等の化学製品原料または繊維強化プラスチック等の固体産業廃棄物など固体物を広範囲の負荷変動において低振動で粉碎処理が可能な低振動粉碎処理方法である。

【0006】

【作用】ローラミルの粉碎部における圧縮粉層の状態が不安定となったとき、すなわち圧縮粉層の粉体が細かくなったり、また過度に乾燥したりして圧縮粉層の内部摩擦抵抗が小さくなったりした場合に、粉碎ローラは横ずれして外側へ首を振り易くなる(図13参照)。本発明において、粉碎ローラが上記のような振り子運動を起こしかけた場合には、粉碎ローラと粉碎レースの段差状の変形溝部(凹部)の間に圧縮粉層が挟まれて強く圧縮される。この圧縮粉層は一般に圧縮されると、その内部摩擦抵抗が増大し、圧縮粉層が内部崩壊を起こす限界の剪断応力も上昇する。結局、粉碎ローラと粉碎レース間の圧縮粉層は強化されるために粉碎ローラの外側への振り子動作は抑制されることになり、粉碎ローラの軌道は安定化する。また、ローラミルに設けられている3個の粉碎ローラにおいても、それぞれの凹部の位置および最大深さや形状を異ならしめているので、圧縮粉層が強化され粉碎ローラの振り子運動が抑止される距離(粉碎ローラ先端部の横ずれ方向の距離)や、振り子運動の周期が粉碎ローラごとに異なることになる。このように設定することで、各粉碎ローラの不安定な振り子運動の動作が互いに打ち消し合うことになり、粉碎ローラの転動状態は安定化し自励振動の発生は抑止される。

【0007】

【実施例】以下に本発明の実施例を挙げ、図面を用いてさらに詳細に説明する。図1に本実施例で例示する縦型ローラミルの粉碎部の構造の一例を示す。図1は、ローラミル内部の粉碎部の構造を簡易化して示すために、ミルの中心軸を通る断面図として描いたものである。このローラミルの粉碎部は、大まかに言って、主要要素である粉碎ローラ4と、回転テーブル3により構成されている。本発明の特徴とするとところは、粉碎ローラ4の粉碎面と、回転テーブル3に装着した粉碎リング12上の粉碎レース13を特定の形状に加工したものである。図2は、本発明のローラミルの粉碎部、すなわち粉碎ローラと粉碎リングの断面構造を示すものである。図2における粉碎ローラ24と、粉碎リング32の位置関係は、粉碎ローラ24の傾斜角度θが標準である場合、つまり粉碎ローラ24が正常な回転軌道上に位置する場合をしめす。粉碎ローラ24の粉碎面は、粉碎ローラ24の回転中心軸と直交するローラ断面中心軸25よりも内側、すなわち回転テーブル31の回転中心軸37側に、段差状の凹部を設けた段付きローラ粉碎面35により構成されている。この段付きローラ粉碎面35の凹部の深さが最

大となる部分は、ローラ断面中心軸25よりも内側に位置する。一方、粉碎リング32にも、段差状の凹部である段付き粉碎レース面36が刻設されている。この段付き粉碎レース面36の深さが最大となる箇所は、粉碎ローラ24におけるローラ断面中心軸25の延長線よりも外側、すなわち回転テーブル31の外周側の方向へ、わずかにずれた位置にある。粉碎ローラ24の段付きローラ粉碎面35と粉碎リング32の段付き粉碎レース面36の形状は、圧縮粉層34が無い場合ならば、相互に噛み合うような形となっている。これら段差状の凹部の形状は、図2に示す例においては対象形を示していない。段付きローラ粉碎面35においては、粉碎ローラ24の外側（回転テーブル31の外周側）の凹部の傾斜が緩やかであるのに対し、粉碎ローラ24の内側の凹部の傾斜は急峻となっている。一方、粉碎リング32の段付き粉碎レース面36の凹部は、上記した粉碎ローラ24の凹部を、図2に示す例においては左右に交換した形状としている。図3は、他の粉碎ローラにおける粉碎部の構造を示したものであり、粉碎リング41上の段付き粉碎レース面45の形状は、図2に示す例と同一である。一方、粉碎ローラ38の段付きローラ粉碎面39の凹部の最深部は、図2に示す例と比べて、段付き粉碎レース面の最大深部に、より近接する構成としている。ただし、この段付きローラ粉碎面39の最大深部がローラ断面中心軸40よりも内側にあるのは、図2に示す例と同様である。もう一つの粉碎ローラの位置する箇所の粉碎部構造を図4に示す。この例では、粉碎ローラ46における段付きローラ粉碎面47の最大深部がローラ断面中心軸48よりも内側へずれた形となっており、これが図2および図3に示す例と異なるところである。なお、この粉碎ローラの位置する部分において、粉碎リング49の段付き粉碎レース面53の形状は、図2と図3に示した例とほぼ同じである。本実施例のローラミルにおいて、粉碎リングの段付き粉碎レース面の形状は、回転テーブルの円周方向に対しほぼ同一である。すなわち、粉碎リングは複数枚のリングセグメントを敷き詰めるようにして構成するので、すべてのリングセグメントは同一形状となる。一方、ローラミル内に設けられている3個の粉碎ローラの各々粉碎面に設けられる段差状の凹部の形状（凹部の位置、最大深さなど）は、上記図2～図4で示したように粉碎ローラごとに変化させている。このように、各粉碎ローラに設ける段差状の凹部を異なる形状とするのは、後述するように、各粉碎ローラの凹部と粉碎リングの凹部との間で、挟まれる粉層の圧縮状態を粉碎ローラごとに変化させ、共振を防止するためである。ここで、本発明のローラミル粉碎部の全体構成を図1に基づいて説明する。石炭等の被粉碎物である原料1は、ミル上部の中心軸上にある原料供給管（センターシュート）2から供給され、ミルの下部で回転する回転テーブル3上に落下する。そして、回転テーブル3の外周部に

装着されている粉碎リング12の上に供給され、この粉碎リング12の上面に設けられている断面がほぼ円弧状をした粉碎レース13の上で、粉碎ローラ4により圧縮粉碎される。上述したように、本実施例のローラミルにおいては、粉碎ローラ4の粉碎面と粉碎レース13の面に、それぞれ変形溝部（凹部）である段付きローラ粉碎面うおよび段付き粉碎レース面14が設けられている。粉碎ローラ4がミル中心軸の外側へ振り子運動をした際には、これらの変形溝部において圧縮粉層19が強く圧縮され、粉碎ローラ4の回転軌道は安定して維持される。そして、粉碎されて生成した粉粒体は、スロートペーン16の間を通過してローラミル内へ吹き込まれる熱風により乾燥されながらミルの上方へ輸送される。粗い粒子は重力により回転テーブル3上に落下（1次分級）し、粉碎部で再粉碎される。この1次分級部を通過した粒子群は、回転分級器20により遠心分級（2次分級）される。比較的粗い粒子は、回転分級器20の羽根の間を通過し、微粉製品として微粉排出ダクト23から排出される。石炭の微粉碎の場合には、微粉炭バーナへ直接送られるか（熱風17が燃焼用1次空気となる）もしくは微粉炭貯蔵ビンへ送られ貯留される。図5は、図中に矢印で示した外側への横滑りが少ない場合における粉碎部の状態を模式的に描いたものである。この状態においては、粉碎ローラ24の傾斜角度θ1は、正常粉碎時におけるローラの傾斜角度（標準角度と言う）θからはずれが少ない。粉碎ローラ24の外側への滑りによって、段付き粉碎レース面36と段付きローラ粉碎面35の間の圧縮粉層34が挟まれるようにして圧縮される。図5に示す例では、挟まれた部分の圧縮粉層34の抵抗が比較的大きく、粉碎ローラ24の滑りが少ない状態にあり、粉碎ローラ24の安定軌道が保たれている状態を示している。一方、図6は、粉碎ローラ24が大きく外側へずれる場合、すなわち粉碎ローラ24の傾斜角度θ2が、標準角度θよりも大きくなるように変化する場合を示している。上記図5の例に比べると、段付き粉碎レース面36と段付きローラ粉碎面35に挟まれる圧縮粉層34の内部摩擦抵抗が小さく、粉碎ローラ24の外側への横ずれ量が多くなっている。しかしながら、無対策の場合、すなわち段付き粉碎レース面36や段付きローラ粉碎面35を設けていない粉碎部構造に比べると、粉碎ローラ24の滑りは十分に少なく、粉碎ローラ24はすぐに安定軌道に回復できる状態にある。これは、上記のごとく段付き粉碎レース面36と段付きローラ粉碎面35に挟まれる圧縮粉層の抵抗が大きく、粉碎ローラ24の正常回転軌道範囲からの逸脱を抑制するものである。上述の圧縮粉層の摩擦抵抗の挙動は、図7(a)および図7(b)に示す圧縮・剪断の実験により明らかにできる。図7(a)は、底が平面である剪断セル55内に充填した粉層試料57を、上方から上蓋56（粉層試料57と接触する平面には、局所的な滑りを

防止するためローレット目が刻設されている)により垂直荷重58を加え、同時に剪断セル55に剪断荷重59を作用させる。この装置では、上蓋56および剪断セル55は、平行な平面部により構成されている。これに対して、図7(b)に示す圧縮・剪断の実験では、本実施例の粉碎ローラおよび粉碎リングの両粉碎面に類似させて、上蓋65には上蓋突起部66が、また剪断セル63には、剪断セル突起部64が設けられている。これら両突起部の間に挟まれる粉層試料67が、本発明の段付きローラ粉碎面と段付き粉碎レース面の間に挟まれる原料粉層に相当する。剪断セル63に剪断荷重69を加えて移動させることにより、粉層試料67は、より強く圧縮(同時に剪断力も受ける)されるようになる。図7(a)および図7(b)に示す両圧縮・剪断実験における試料粉層の圧縮・剪断特性は、図8に示す崩壊包絡曲線、例えば絹川「粉体の流動性の評価」、粉体工学会誌、Vol. 19, No. 9, (1982)、p516により求められる。そして、同一の垂直荷重を加えた場合でも、圧縮粉層が崩壊する剪断荷重の限界(図中に崩壊点として矢印で示す)は、図7(b)に示した実験装置における特性の方が、図7(a)に示した実験装置における特性よりもかなり上昇することが分かる。このような基礎的な実験からも、粉碎ローラと粉碎リングにおける両凹部の形成は、粉碎ローラの滑りのきっかけとなる圧縮粉層の崩壊を抑制する効果のあることが分かる。以上のような作用により、粉碎ローラの回転軌道は安定範囲に保たれる。このようにして、粉碎ローラの滑りによる回転テーブルと粉碎ローラの速度差によって生じる自励振動の発生を抑止することができる。次に、ミル内における粉碎ローラの動作の相互作用によって得られる振動レベル低減の効果について説明する。図9は、ローラミル内における石炭ホールドアップに対する振動(振幅)の変化について、本発明と従来技術とを比較して示したものである。縦軸に示す振幅 δ_{0c} は、粉碎ローラと粉碎レースがメタルタッチする空回転時の振幅 δ_{0c}^* で割って無次元化している。一方、横軸に示すホールドアップWは、ミルが定格給炭量で運用された時のホールドアップW*で割って無次元化している。この実験結果は、炭質の影響により比較的激しい振動を起こしやすい石炭を粉碎したときに得られたデータである。図11に示す従来技術においては、低負荷域($W/W^* = \sim 0.38$)で著しく振幅が増大するのに対し、本発明の粉碎ローラと粉碎リングを組み合わせて搭載したローラミルでは、振幅の大幅な低減が可能であることが判明した。本実施例において、他のホールドアップの条件よりは、 $W/W^* = \sim 0.38$ の近傍で振幅はやや大きくなるが、この振動は、自己增幅的な性質の自励振動ではなく粉碎ローラが自己同期化することのない強制振動の一つのタイプである。図10は、給炭量 Q_c に対する微粉粒度 q の変化を示したものである。縦軸に示す微粉粒度 q

は、定格給炭量 Q_c^* のときの従来式ミルにおける基準微粉粒度 q^* で割って相対値として表わしている。横軸に示す給炭量 Q_c も、定格給炭量 Q_c^* で割って無次元化している。一般に、微粉粒度 q は給炭量 Q_c の増加と共に減少する。本実施例では、微粉粒度 q が、従来式ローラミルにおける粒度とほぼ同等であることが判明した。すなわち、本発明を適用した粉碎ローラと粉碎レースの粉碎面における形状変化は、粉碎性能に影響を与えない(少なくとも粉碎性能を低下させることはない)ものと10考えられる。本発明の粉碎ローラと粉碎リングを搭載するローラミルは、本実施例において説明した石炭焚きボイラ火炉のローラミルに限らず、
(1) 固体燃料であるオイルコークス等のローラミル
(2) 脱硫用の石灰石等を微粉碎するためのローラミル
(3) 鉄鋼スラグ、非鉄精錬スラグ等を微粉碎するローラミル
(4) セメントクリンカ等を微粉碎するセメント仕上げ用ローラミル
(5) 各種化学製品の原料等を微粉碎するローラミル
20(6) FRP(繊維強化プラスチック)等の産業廃棄物等を再資源化するために微粉碎処理するローラミルの自励振動の回避技術として、ほぼ本発明のまま直接適用することが可能である。
【0008】
【発明の効果】以上詳細に説明したごとく、本発明の粉碎ローラと粉碎リングを用いたローラミルは、以下に示す優れた効果を有するものである。
(1) 圧縮粉層上における粉碎ローラの滑りに起因するミルの振動を効果的に防止することができる。これによって、ローラミル自体を含む各種周辺機器類の耐久性を向上させることができる。結果的に、例えば火力プラント全体の信頼性が向上する。
30(2) 微粉碎の低負荷運用が可能となり、ローラミルの最低負荷を、さらに切り下げることができる。これによって、例えばボイラ火炉の運用範囲が拡大することから、低負荷運用域において石炭専焼が可能となり、助燃用燃料油の消費量を低減することができる。したがって、火力プラント全体をより経済的に運用にすることができる。
(3) 微粉碎の高速負荷追従運用に伴う回転分級器の高速回転の条件下においてもローラミルの振動を抑制することができる。これによって、ボイラ火炉の応答性を格段に良好にすることが可能となる。
40(4) 圧縮粉層の内部摩擦抵抗が小さく、激しい振動を起こしやすい石炭、ローラやレースに付着しやすい石炭、あるいは単位重量当たりの発熱量が多く、ローラが低負荷運用になりがちな石炭の微粉碎においてもミルの振動を回避する運用が可能となる。このようにして、例えば火力プラントへ適用可能な石炭の種類を大幅に拡大することができる。

(5) ハードウェアによる工夫でミルの振動を防止することができるため、複雑で高価な油圧機構（アクチュエータ等）や制御系が不要となるので、ミルの製作および施工コストを大幅に低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例で例示した粉碎ローラおよび粉碎リングを搭載するローラミルの全体構成を示す模式図。

【図2】本発明の実施例で例示した粉碎ローラと粉碎リングの構造の一例を示す模式図。

【図3】本発明の実施例で例示した粉碎ローラと粉碎リングの構造の他の例を示す模式図。

【図4】本発明の実施例で例示した粉碎ローラと粉碎リングの構造の他の例を示す模式図。

【図5】本発明の実施例で例示した粉碎ローラと粉碎リングの機能および作用を示す説明図。

【図6】本発明の実施例で例示した粉碎ローラと粉碎リングの機能および作用を示す説明図。

【図7】本発明の基礎となる剪断実験装置の構成を示す模式図。

【図8】本発明の基礎となる剪断実験結果を示すグラフ。

【図9】本発明の実施例で例示したローラミルの振動抑制効果を、従来技術と比較して示したグラフ。

【図10】本発明の実施例で例示したローラミルの粉碎性能を、従来技術と比較して示したグラフ。

【図11】従来のローラミルの自励振動の発生領域を示すグラフ。

【図12】従来のローラミルの粉碎ローラの支持機構を示す模式図。

【図13】従来のローラミルの粉碎ローラの横ずれ動作を示す模式図。

【図14】従来のローラミルの粉碎ローラの上下方向の振動動作を示す模式図。

【図15】従来のローラミルの粉碎ローラと粉碎リングの摩耗痕を示す模式図。

【図16】従来のローラミルの粉碎ローラと粉碎リングの摩耗痕を示す模式図。

【図17】従来のローラミルの粉碎ローラの形状の一例を示す模式図。

【符号の説明】

1…原料

2…原料供給管（センターシュート）

3…回転テーブル

4…粉碎ローラ

5…段付きローラ粉碎面

6…ローラシャフト

7…ローラブラケット

8…ピボットボックス

9…ローラピボット

10…加圧フレーム

11…粉碎荷重

12…粉碎リング

13…粉碎レース

14…段付き粉碎レース面

15…シールリング

16…スロートベーン

17…熱風

18…原料粉層

19…圧縮粉層

20…回転分級器

21…ダムリング

22…ハウジング

23…微粉排出ダクト

24…粉碎ローラ

25…ローラ断面中心軸

26…回転中心軸

27…鉛直軸

28…ローラピボット

29…ピボットボックス

30…ローラブラケット

31…回転テーブル

32…粉碎リング

33…原料粉層

34…圧縮粉層

35…段付きローラ粉碎面

36…段付き粉碎レース面

37…テーブルの回転中心軸

38…粉碎ローラ

39…段付きローラ粉碎面

40…ローラ断面中心軸

41…粉碎リング

42…回転テーブル

43…粉碎原料

44…圧縮粉層

45…段付き粉碎レース面

46…粉碎ローラ

47…段付きローラ粉碎面

48…ローラ断面中心軸

49…粉碎リング

50…回転テーブル

51…粉碎原料

52…圧縮粉層

53…段付き粉碎レース面

54…傾斜した鉛直軸

55…剪断セル

56…上蓋

57…粉層試料

58…垂直荷重

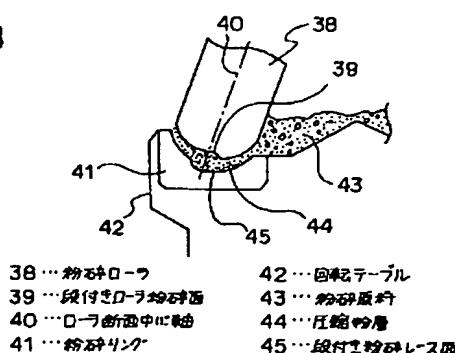
59…剪断荷重

13

60…滑り防止加工 (ローレット目刻設)
 61…ポール
 62…ベース面
 63…剪断セル
 64…剪断セル突起部
 65…上蓋
 66…上蓋突起部
 67…粉層試料
 68…垂直荷重
 69…剪断荷重
 70…滑り防止加工 (ローレット目刻設)
 71…ポール
 72…ベース面
 73…粉碎ローラ
 74…ローラブラケット
 75…ピボットボックス
 76…ローラビボット
 77…加圧用スプリング
 78…スプリングフレーム
 79…鉛直軸
 80…ローラ回転軸
 81…ローラ断面中心軸
 82…回転テーブル
 83…粉碎リング
 84…粉碎レース
 85…圧縮粉層
 86…粉碎原料
 87…テーブル回転軸
 88…加圧フレーム
 89…粉碎ローラ
 90…ローラ断面中心軸
 91…鉛直軸

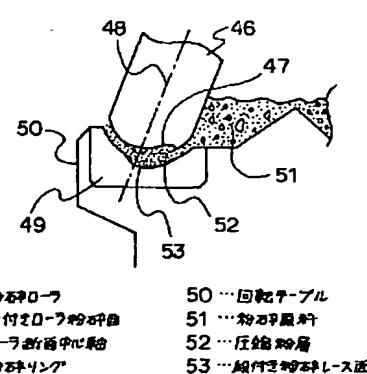
【図3】

図3

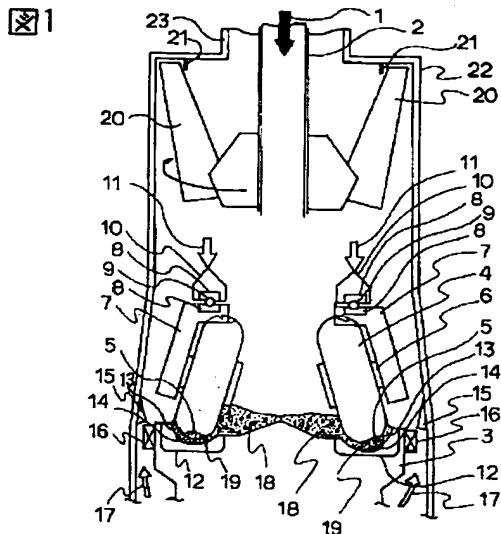


【図4】

図4

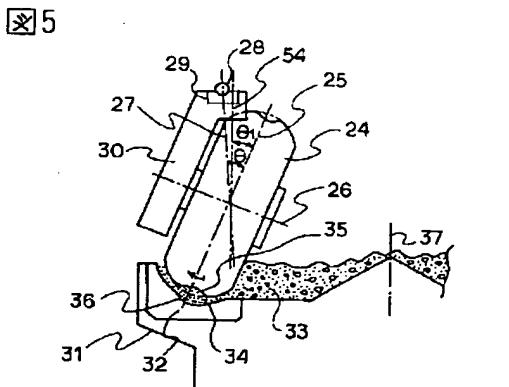


【図1】



1…原料
2…原料供給管(センターブート)
3…回転テーブル
4…粉砕ローラ
5…段付ローラ粉砕面
6…ローラシャフト
7…ローラアラケット
8…ビボットボックス
9…ローラビット
10…切刃フレーム
11…粉砕荷重
12…粉砕リング
13…粉砕ビース
14…段付き粉砕レース面
15…シールリング
16…スロートベーン
17…粉砕筒
18…粉砕筒
19…粉砕筒
20…回転分級盤
21…ダムリック
22…ハウジング
23…放熱冷却ダクト

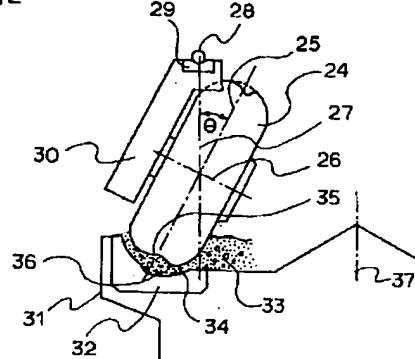
【図4】



24…粉砕ローラ
25…ローラ断面中心軸
26…回転中心軸
27…鉛直軸
28…ローラビット
29…ビボットボックス
30…ローラアラケット
31…回転テーブル
…正常粉砕時ににおけるローラの標準傾斜角度
01…ローラの傾斜角度(粉砕ローラの複数軸)

32…粉砕リング
33…原料粉層
34…圧縮粉層
35…段付きローラ粉砕面
36…段付き粉砕レース面
37…テーブル回転中心軸

【図2】

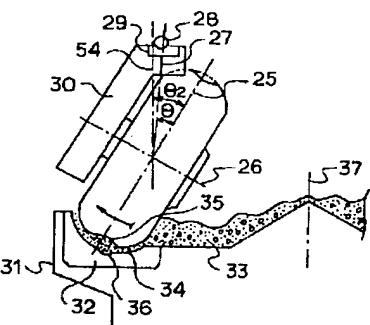


24…粉砕ローラ
25…ローラ断面中心軸
26…回転中心軸
27…鉛直軸
28…ローラビット
29…ビボットボックス
30…ローラアラケット
…正常粉砕時ににおけるローラの標準傾斜角度

31…回転テーブル
32…粉砕リング
33…原料粉層
34…圧縮粉層
35…段付きローラ粉砕面
36…段付き粉砕レース面
37…テーブルの回転中心軸

【図6】

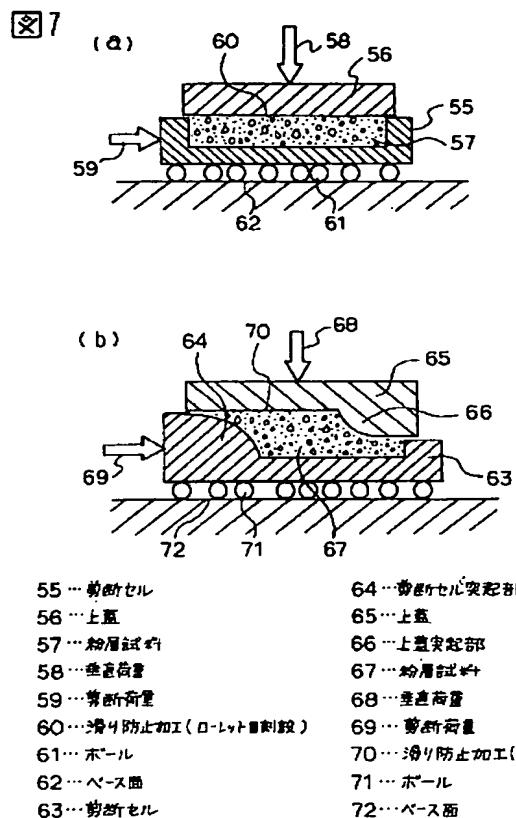
【図6】



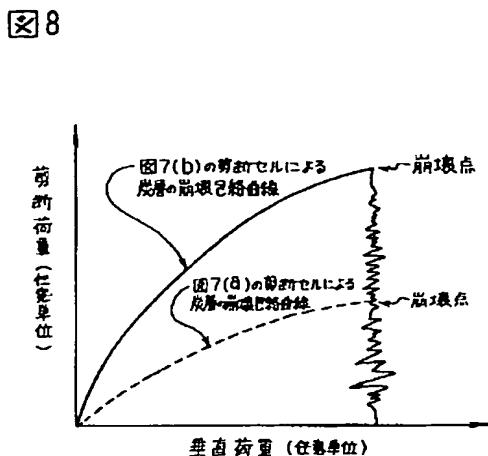
24…粉砕ローラ
25…ローラ断面中心軸
26…回転中心軸
27…鉛直軸
28…ローラビット
29…ビボットボックス
30…ローラアラケット
31…回転テーブル
…正常粉砕時ににおけるローラの標準傾斜角度
02…ローラの傾斜角度(粉砕ローラの複数軸)

32…粉砕リング
33…原料粉層
34…圧縮粉層
35…段付きローラ粉砕面
36…段付き粉砕レース面
37…テーブルの回転中心軸
54…傾斜した鉛直軸

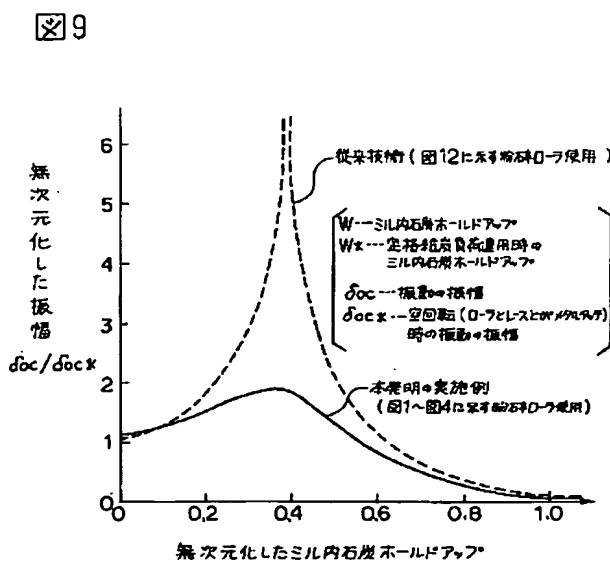
【図7】



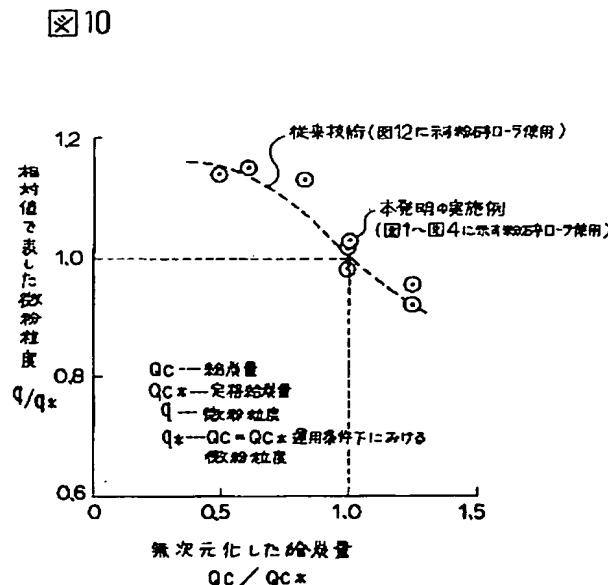
【図8】



【図9】

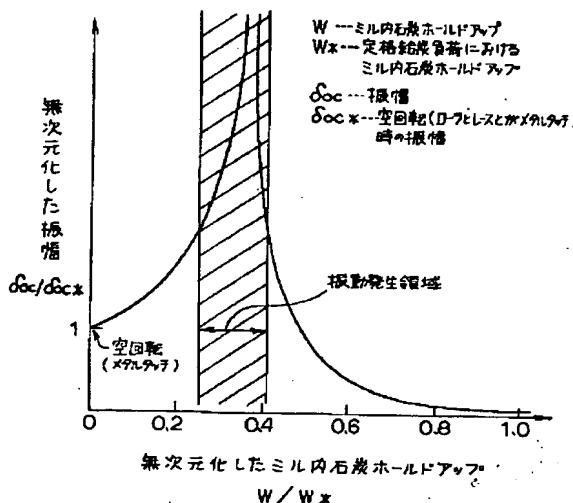


【図10】



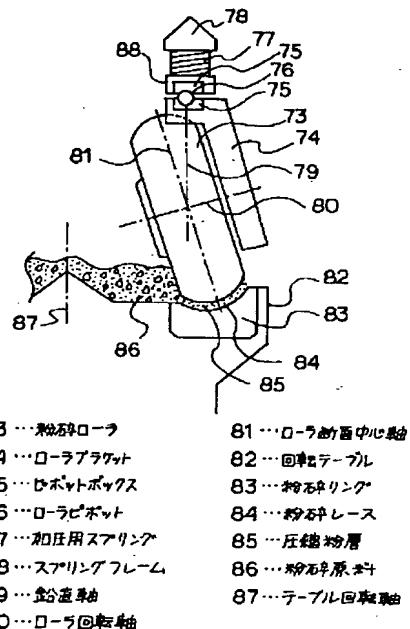
【図11】

図11



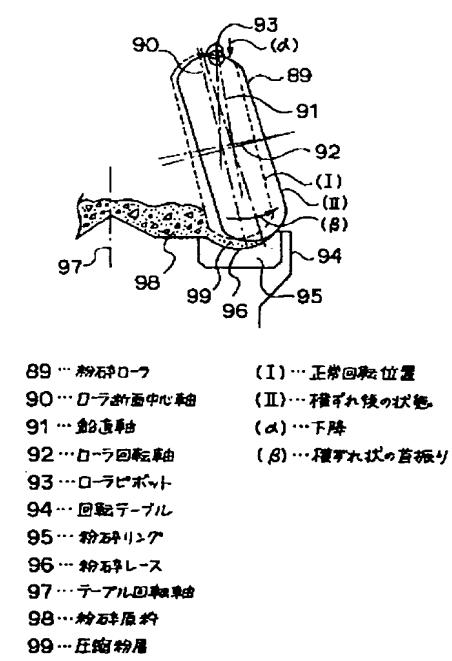
【図12】

図12



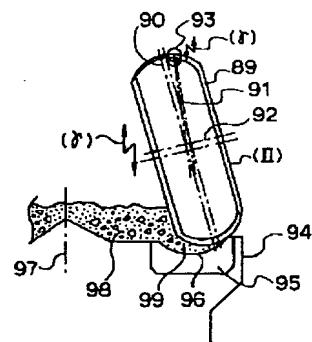
【図13】

図13



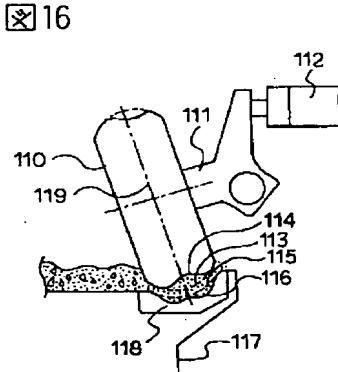
【図14】

図14



【図14】

【図16】



110	… 粉碎ローラ
111	… ローラーム
112	… 加圧装置
113	… 摩耗のない粉石ローラの粉碎面
114	… ローラ粉碎面の摩耗面
115	… 摩耗のない粉石レースの粉石面
116	… レース粉石面の摩耗部
117	… 回転テーブル
118	… 粉石リング
119	… ローラ粉碎面中心軸

89	… 粉碎ローラ
90	… ローラ粉碎面中心軸
91	… 銀直軸
92	… ローラ回転軸
93	… ローラビボット
94	… 回転テーブル
95	… 粉石リング
96	… 粉石面レース
97	… テーブル回転軸
98	… 粉石原石
99	… 圧縮粉層
100	… 粉碎
101	… ローラ回転
102	… ローラ回転
103	… ローラ回転
104	… ローラ回転
105	… ローラ回転
106	… ローラ回転
107	… ローラ回転
108	… ローラ回転
109	… ローラ回転
110	… ローラ回転
111	… ローラ回転
112	… ローラ回転
113	… ローラ回転
114	… ローラ回転
115	… ローラ回転
116	… ローラ回転
117	… ローラ回転
118	… ローラ回転
119	… ローラ回転